

# HØGSKOLEN I OSLO

*Avdeling for ingeniørutdanning*

## EKSAMENSOPPGAVE

Fag: <i>Fysikk/Elektro</i>		Fagnr: <i>FO 340E</i>	Faglig veileder: <i>Rolf Ingebrigtsen</i>
Klasse(r):		Dato: <i>14. august 2008</i>	Eksamenstid, fra - til: <i>0900 - 1400</i>
Eksamensoppgaven består av	Antall sider: <i>4 inkl. 1 s. vedlegg</i>	Antall oppgaver: <i>5</i>	Antall vedlegg: <i>1</i>
Tillatte hjelpemidler:	<i>Kun godkjent kalkulator og matematisk/fysisk tabell eller formelsamling</i>		
<p><b>Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig.</b></p> <p><b>Innføring skal være med blå eller sort penn.</b></p> <p><b>Prosenttallene ved siden av hvert spørsmål angir hvilken vekt det tillegges i bedømmelsen av besvarelsen.</b></p>			

Utarbeidet av	Kontrollert av	Sett (studieleder)
Rolf Ingebrigtsen	J. Hamre	

## Oppgave 1 (23%)

En rakett med startmasse  $m_0 = 65$  kg skytes ut vertikalt (rett opp) med en rakettmotor som bruker opp alt drivstoffet i løpet av de to første sekundene av turen. Etterpå er det bare (den konstante) tyngdekraften som virker, for vi ser bort fra luftmotstanden i denne oppgaven.

De første 2,0 s er akselerasjonen gitt ved  $a(t) = a_0 + c \cdot t$  der  $a_0 = 100$  m/s<sup>2</sup> og  $c = 250$  m/s<sup>3</sup>.

- 6% Hvor stor er farten etter  $t_1 = 2$  s?
- 6% Hvor stor er skyvekraften fra rakettmotoren i det raketten starter?
- 11% Hvor høyt kommer denne raketten over startpunktet før den faller ned igjen?

## Oppgave 2 (12%)

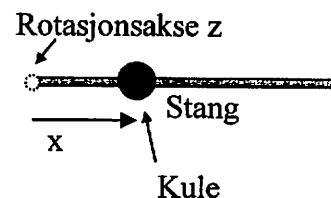
En partikkel beveger seg i planet i et plant, rettvinklet x-y koordinatsystem med enhetsvektorene  $\vec{i}$  og  $\vec{j}$ . Partikkelens posisjonsvektor som funksjon av tida er:

$$\vec{r}(t) = 2,0m \cdot \cos(\omega t) \cdot \vec{i} + 2,0m \cdot \sin(\omega t) \cdot \vec{j}$$

- 6% Er det riktig å si at denne partikkelen går i en sirkelbane? Begrunn svaret!
- 6% Er farten til partikkelen konstant? Begrunn svaret!

## Oppgave 3 (31%)

Figuren til høyre viser ei kule med ei stang som er stukket gjennom et hull i kula. Stanga har lengden  $L = 1,00$  m og er svært tynn i forhold til kuleradien. Kula sitter fast på stanga i avstanden  $x$  fra punkt  $z$ , som er en rotasjonsakse for systemet. Massen til kula er  $m_k = 0,25$  kg og til stanga er  $m_s = 0,10$  kg. Kuleradien er  $R_k = 5,0$  cm.



Dette systemet kan rotere fritt om en akse  $z$  (se figuren) i venstre ende av stanga. Stanga holdes i ro horisontalt før den slippes. Vi ser bort fra friksjon i hele oppgaven.

- 12% Finn posisjonen til systemets massesenter, og beregn treghetsmomentet  $I_z$  til kule + stang om rotasjonsaksen  $z$  når  $x = L/3$ .
- 12% Hvor stor er farten til kula i det den når den nederste stillingen, og hvor stor er kraften på stanga fra rotasjonsaksen  $z$  da? (Fremdeles med  $x = L/3$ .)

I resten av oppgaven bruker vi ei kule med radius  $R_k$  mye mindre enn lengden  $L$  av stanga. Stanga holdes i ro horisontalt og slippes.

- 7% Hvor på stanga må kula festes dersom vinkelakselerasjonen straks etterpå (mens stanga ennå er horisontal) skal være den samme som om kula ikke var der (altså som om kula var helt fjernet fra stanga)?

### Oppgave 4 (18%)

I et rettvinklet koordinatsystem med x-akse og y-akse er det plassert to ladninger  $Q_1 = 5,0 \mu\text{C}$  og  $Q_2 = -5,0 \mu\text{C}$ .  $Q_1$  ligger i punktet  $(0, 3\text{cm})$ , og  $Q_2$  ligger i punktet  $(0, -3\text{cm})$ . (Origo ligger altså midt mellom de to ladningene, og de ligger 6 cm fra hverandre på y-aksen.)

a)6% Tegn figur, og beregn de innbyrdes elektriske kreftene mellom de to ladningene.

b)6% Disse to ladningene er opphav til et felles elektrisk felt. Lag en skisse som ved hjelp av feltstyrkelinjer viser hovedtrekkene til dette elektriske feltet (la oss si innen en radius på ca. 10cm rundt origo.) Feltretningen skal også fremgå av figuren.

Det er ikke meningen at du skal gjøre noen beregninger, en omtrentlig skisse som ikke inneholder prinsipielle feil er utmerket. Bruk for eksempel 8 feltlinjer på hver ladning.

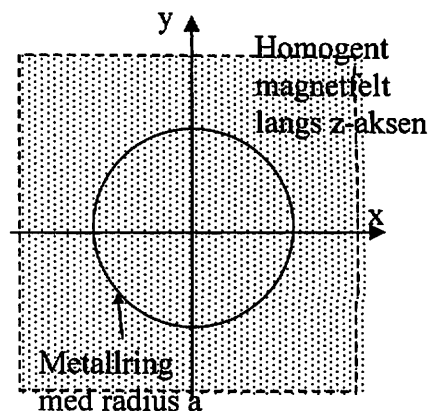
c)6% Finn et uttrykk  $E(x)$  for den elektriske feltstyrken på den positive x-aksen i avstand  $x$  fra origo.

### Oppgave 5 (16%)

Figuren til høyre viser et homogent magnetfelt  $B = 0,50 \text{ T}$  som står normalt opp fra et rettvinklet x-y-plan, altså i samme retning som z-aksen, som ikke er tegnet inn i figuren.

Inne i dette B-feltet ligger ei sirkelformet metallsløyfe (se figuren) med radius  $a = 0,10 \text{ m}$ . Den roterer om x-aksen 50 ganger per sekund. Vinkelfartsvektoren ligger langs den positive x-aksen.

Den elektriske resistansen rundt i sløyfa er  $R = 25 \text{ m}\Omega$ , og vi regner selvinduktansen i sløyfa lik null.



a)6% Sett opp et uttrykk for den magnetiske fluksen i sløyfa som funksjon av tida, og beregn den midlere elektriske effekten i sløyfa.

b)5% Vi tenker oss at denne rotasjonen skyldes at sløyfa er festet til en aksling som ligger langs x-aksen og roterer, og den virker på sløyfa med det til en hver tid nødvendige kraftmomentet.

Beregn den største verdien for det momentane kraftmomentet (øyeblikksverdien) fra akslingen på sløyfa!

c)5% I hvilken av tidspunktene 1. og 2. (se under) er dette momentet størst? Begrunn svaret!

1. Når sløyfa befinner x-y planet.

2. Når sløyfa befinner z-x planet.

Hvilken periode har dette kraftmomentet? Begrunn svaret!

**Selve oppgavesettet er slutt. Videre følger 1 vedlegg.**

## Vedlegg 1:

### Noen fysiske konstanter:

Tyngdens akselerasjon	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Elementærladningen e	$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Coulombkonstanten	$k_0 = 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$
Den magnetiske permeabiliteten for vakum $\mu_0$	$\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ Tm/A (=Nm/A}^2\text{)}$
Elektronmassen	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
1 u (den atomære masseenheden)	$1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Boltzmanns konstant	$k = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Avogadros tall $N_A$	$N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$
Lengdeutvidelseskoeffisient $\alpha$	Aluminium: $\alpha = 24 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Varmeledningsevne	Aluminium : $\lambda = 205 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ Glimmer: $\lambda = 0,95 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ Luft: $\lambda = 0,024 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
Spesifikk varmekapasitet c	Aluminium: $c = 910 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ Vann: $c = 4,2 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$
Tetthet $\rho$	Vann: $\rho = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ Stål: $\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
Stefan-Boltzmanns konstant	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Varmeovergang/vertikal flate	$h = 1,77 \cdot (\Delta T)^{1/4} \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
Termisk resistans	$R_\theta = \Delta T/\Phi \quad [\text{K/W el. } ^\circ\text{C/W}]$